

뇌척추질환 전용 수술중 CT 광학융합 시스템에 관한 연구

정창원*, 김지언*, 김규겸*, 김태훈*, 유종현*, 전홍영*, 홍지민*, 김대원**, 윤권하***

*원광대학교 영상기반 폐 및 골질환 연구센터

**원광대학교 의과대학 신경외과

***원광대학교 의과대학, 영상의학과

e-mail:{mediblu, kakasky112, kgkim, tae_hoonkim, jhryu, zip80}@wku.ac.kr, jeemin2001kr@naver.com, {kimdw, khy1646}@wku.ac.kr

A Study on Intraoperative CT Optical Hybrid System for Brain and Spine Disease

Chang Won Jeong, Ji-Eon Kim, Kyu Gyeom Kim, Tae-Hoon Kim, Jong-Hyun Ryu, Hong Young Jun, Jee Min Hong, Dae Won Kim, Kwon-Ha Yoon

*Imaging Science Research Center, Wonkwang University

**Dept. of Neurosurgery, Wonkwang University School of Medicine

***Dept. of Radiology, Wonkwang University School of Medicine

요 약

최근 의료영상진단기기 개발 동향은 ICT 기술과 접목하는 융합진단 영상기기 개발연구로 활발하게 진행되고 있다. 특히, 수술중 CT의 개발은 임상적 미수요 충족을 위한 최첨단 기술개발로 위급한 환자를 의료영상 촬영을 위한 지정장소로 이동해야하는 문제점을 해결하여 현장 어느 곳에서 촬영할 수 있고, 환자의 다양한 의료영상을 융합하여 환자의 병변에 대한 명확한 위치와 형태 그리고 상태를 파악할 수 있도록 하며 수술을 위한 네비게이션 기능을 포함한다. 본 논문에서는 수술중 CT에 대한 설계한 사항에 대해 기술하고자 한다. 제안한 시스템의 개발은 다양한 임상현장에서 신속하게 진단과 수술을 지원할 수 있을 것으로 기대하고 있다.

1. 서론

최근 의료영상진단 시스템의 기술 동향은 ICT 기술을 접목하여 융합한 최첨단 의료기기를 개발하고 있다. 본 논문에서 제안하는 수술중 영상시스템에 대한 세계시장 규모는 2014년 21억 달러로 추정되며 북미지역이 최대인 71%를 차지하고 유럽이 약 25%를 점유하고 있다. 이중 수술중 CT가 최대 점유율을 차지하고 있으며 앞으로 지속될 것으로 예측되고 있다[1]. 국내의 경우 2015년 6월 15일, 수술중 CT기반 무탐침 정위기법에 대한 심평원 보험고시가 되었으며, 임상적인 필요성 및 의의에 대한 근거가 확립되어 있어서 향후 수요가 폭발적으로 증가할 것으로 예상된다. 그러나 국내 의료영상진단기기 개발에 대한 기술 개발은 미흡한 실정이며, 병원 현장의 대부분의 기기 및 시스템이 국외 선진국의 제품을 사용하고 있다.

따라서, 본 논문에서는 수술중 CT에 대한 요구사항을 정립하고, 세부적인 설계 사항에 대해서 기술하고자한다. 또한, 수술을 위해서 정확한 병변에 대한 파악을 위한 융합 영상 기술과 수술중에 수술도구의 활용성을 높이기 위한 네비게이션 기능을 포함하여 전체 시스템 환경을 제안한다.

2. 수술중CT 광학융합 시스템 요구사항

제안하는 시스템은 수술중 CT 개발과 광학융합 영상기술의 통합을 통해 환자의 위치에 상관없이 CT를 이동 촬영하여 환자의 무리한 이동에 따르는 문제점을 해결하고자한다. 또한 최첨단 소프트웨어 기술로 광학영상정보와 융합하여 실시간 3D 및 네비게이션 기능을 제공하여 외과 의사의 수술을 지원한다. 이를 위해 수술시 넓은 시야를 확보하기위한 구조와 수술중 CT로부터 얻어진 영상을 통해 병변의 위치와 혈관구조를 정확하게 파악하고, 수술도구에 대한 네비게이션과 로드맵 그리고 tracking 기능을 제공하여 수술의 결과를 양호하게 하고 비용을 절감하는 효과가 있도록 한다.

수술중 CT 개발의 핵심 요구사항

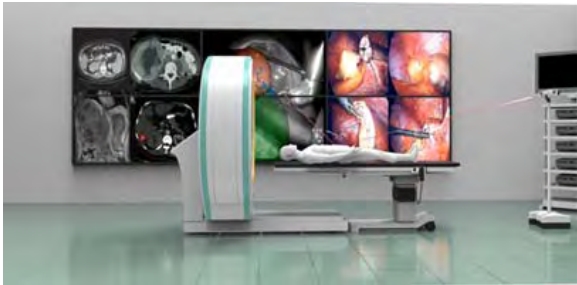
- 1) On Wheels
- 2) Fits on Elevators (2100x2100mm, < 3500kg)
- 3) Draws Power from Electrical Wall Outlet
- 4) Translating Gantry
Built-in drive wheel powered by battery
- 5) Large Bore Size: 수술용 디바이스 고려 (> 85cm)
- 6) Small footprint
- 7) Light weight
- 8) Low Radiation Dose: 방사선작업종사자의 연간방사선선량제한 (50 mSv/year)
- 9) Scatter Radiation
* Outside of ICU room with no lead shield: 2 mR/exam (20slices/scan)
* A lead shield reduces radiation
- 10) Sterile: 무균환경유지

(그림 1) Intraoperative CT requirements

이에 대한 요구사항은 미국 보스톤의 Massachusetts General Hospital의 William E. Butler (M.D)가 10가지 핵심 요구사항으로 제안하였다[2]. 그림 1과 같이 환자의 이동에 제한사항을 극복하기 위해 이동성을 강조한 요구사항과 수술에 영향을 주지 않기 위한 보어 사이즈로 85cm 이상 그리고 저선량의 방사선 사용을 통해 환자와 의사에게 피폭량 제한사항에 대해서 정의 하였다.

3. 제안하는 수술중 CT 광학융합 시스템

본 논문을 통해 제안하는 수술중 CT 광학융합 시스템은 다음 그림 2와 같다. 수술방에서 수술침대의 환자의 이동 없이 수술중 CT 시스템을 이용하여 촬영하고 기존 수술에 필요한 영상과 융합하여 의사에게 수술을 지원하기 위해 네비게이션 기능을 통해 계획된 수술을 할 수 있도록 한다.



(그림 2) Intraoperative CT Optical Hybrid System

그림 1에서 보이는 제안한 수술중 CT에 대한 기존 의료영상진단기기와의 차이점은 다음과 같다.

<표 1> Differences from Medical Imaging Devices

시스템종류	i-MR	i-US	C-arm	i-CT	
사용자	영상객관성	+++	+	++	+++
	사용자편의성	+	+++	++	++
	스캔 시간	+	+++	+++	+++
	영상 해상도	+++	+	++	+++
	비용 효율성	+	+++	++	+++
적용 분야	연부조직	+++	++	+	+++
	혈관	+++	++	++	+++
	뇌	+++	+	+	+++
	척추, 관절	+	+	++	+++
시장성	시장 확장성	+	+	++	+++
	개발 가능성	+	++	++	+++

(참고, 스웨덴 RT Report, 2014)

표 1에서 나타난바와 같이 기존 수술중에서 사용하고 있는 의료영상진단기기와 제안하는 시스템의 차이점을 비교 분석한 결과를 보이고 있다. 사용자 고려사항으로 저선량 기술을 도입하더라도 초음파 의료영상진단기기에 비해 고려해야 할 사항이 부담 되지만 그 외에 분야에서 다른 디바이스에 비해 좋은 성능을 갖추고 있으며 특히, 적용분야에서 임상적으로 적합한 시스템임을 알 수 있다. 기존 수술중에 사용하고 있는 CT의 대부분은 CBCT 타입의 C-arm 형태로 일반 CT 회사에서 생산하고 있다. 이는 MDCT에 비해 영상의 질이 떨어지는 단점을 가지고 있어

네비게이션 영상정합에는 고해상도의 영상이 필요하므로 수술중 CT로는 적합하지 않다. 광학형광영상과의 정합 기술은 현재 개발 초기단계의 기술로 점차 적용하고 있는 추세이다. 주요 진단용 CT vendor별로 고유의 저선량 CT 기법을 개발하여 제품에 적용하고 있으나, 수술용 CT 시장에서는 아직까지 적용되지 않고 있다.

이와 함께 수술중 CT의 보어 사이즈는 85cm 이상으로 디자인하며, 이동성을 위해 2.2 × 0.5 × 1.95(L, W, H)로 그리고 무게는 1500kg 이내 그리고 전원은 단상 또는 3상 지원 그리고 Filed of View는 60cm 스캔시간은 2초 이내 이미지 재구성 시간은 16 images/sec로 설계하였다.

또한 수술중 CT의 기구적인 정의와 함께 핵심 소프트웨어 기술로 광학 형광 영상의 3D 정합과 저선량 고화질의 영상 재구성 알고리즘의 개발과 수술 지원을 위한 네비게이션 및 수술도구의 트래킹 그리고 시각화뷰어 기능을 포함한 소프트웨어가 요구된다.

4. 결론 및 향후 연구

최근 의료영상진단기기 개발의 기술동향은 ICT 기술을 접목하여 융합 시스템 형태로 개발하고 있다. 특히, 임상적 미충족 요구에 따라 장소에 제한 없이 환자의 의료영상을 수술중에 촬영하며, 수술 지원을 위한 다양한 기능을 통해 수술 비용의 절감뿐만 아니라 보다 효과적인 수술을 지원하는 시스템이 요구되고 있다.

따라서, 본 논문에서는 수술중 CT 광학융합 시스템을 제안하였다. 최근 의료영상진단 기기의 트렌드와 임상적 요구사항에 따라 수술중 CT의 요구사항을 정립하였고 시스템에 필요한 기능과 핵심 기술을 정의하였다.

향후 연구로는 세부적인 설계사항에 따라 수술중 CT 광학융합 시스템을 개발하기 위한 연구를 진행 할 것이며, 먼저 기구부에 대한 최적화된 디바이스 개발과 콘솔 소프트웨어 개발 그리고 광학융합 3D 시각화 및 실시간 영상 처리 알고리즘에 인공지능 기술을 적용하여 보다 최적화된 의료영상을 제공하기 위한 연구를 진행하여 개발된 수술중 CT에 적용하고자 한다.

5. Acknowledgements

This research was supported by a grant from the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Korean government (MSIP) (No. NRF-2016M3A9E9941547).

참고문헌

- [1] Global Intraoperative Imaging(Intraoperative CT, Intraoperative MRI, Intraoperative Ultrasound) Market Forecasts & Trends 2015-2019.
- [2] Neurosurgery, <http://neurosurgery.mgh.harvard.edu/neuroscience/mobileCT.htm/>